



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 196 30 048 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**H 04 J 3/02**  
H 04 Q 7/38  
H 04 B 7/212

⑳ Aktenzeichen: 196 30 048.7-51  
㉑ Anmeldetag: 25. 7. 96  
㉒ Offenlegungstag: —  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 4. 97

**DE 196 30 048 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉕ Erfinder:  
Pillekamp, Klaus-Dieter, Dipl.-Ing., 40699 Erkrath, DE

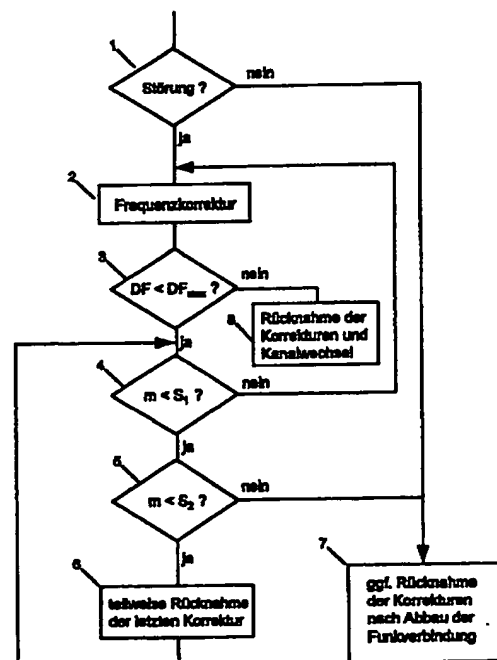
㉖ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 44 07 794 A1  
HAYKIN, Simon: Communication Systems;  
3rd ed., New York, John Wiley & Sons, Inc., 1994,  
S. 378-387;  
ISBN 0-471 57178-8;

PAGE TWO HAS  
ENGLISH TRANSLATION

**Best Available Copy**

⑤④ **Verfahren und Anordnung zum Betrieb von TDMA-Funksystemen**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zum störungsfreien Betrieb von TDMA-Funksystemen, insbesondere bei Schnurlos-Kommunikationssystemen nach dem DECT-Standard.  
Dabei wird eine in einem ersten TDMA-Funksystem auftretende Störung, die durch mangelnde Synchronität der Zeitbasen des ersten und wenigstens eines weiteren TDMA-Funksystems bedingt ist, zunächst als solche erkannt. Die Behebung der Störung erfolgt dann erfindungsgemäß, indem die Zeitbasen der sich gegenseitig beeinflussenden, asynchronen TDMA-Systeme zwangssynchronisiert werden. Dazu wird die Frequenz der Zeitbasis zumindest eines von je zwei an der Störung beteiligten TDMA-Funksystemen so angepaßt, daß die Zeitbasen der TDMA-Funksysteme gleichlaufen. Zum einen wird damit durch die mit der Frequenzanpassung verbundene einmalige Verschiebung der TDMA-Rahmen (F1, F2) der Systeme gegeneinander die zeitliche Überlappung der jeweils einer bestehenden Verbindung zugeordneten Zeitbereiche beseitigt und so die aufgetretene Störung behoben. Zum anderen wird durch die Zwangssynchronisation aber auch ein weiteres zeitliches Driften der zugehörigen TDMA-Rahmen (F1, F2) gegeneinander und damit die Ursache möglicher weiterer Störungen von vorneherein unterbunden.  
Von Vorteil ist bei diesem Verfahren außerdem, daß häufige Kanalwechsel mit den damit verbundenen Nachteilen vermieden werden können.



**DE 196 30 048 C 1**

DERWENT- '1997-214125

ACC-NO:

DERWENT- 200253

WEEK:

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

**TITLE:** Operating method for TDMA radio communication system - communication system which appears as temporal drift of TDMA-frame w.r.t. TDMA-frame of second radio communication system and removing disturbance through enforced synchronisation

---

**Basic Abstract Text - ABTX (1):**

The method involves recognising a necessitated disturbance of a radio channel in a first TDMA-radio communication system, appearing as a temporal drift of the TDMA-frame (F1) of the system w.r.t. the TDMA-frame (F2) of a second TDMA-radio communication system. The disturbance is removed through enforced synchronization.

**Basic Abstract Text - ABTX (2):**

The frequency of the time base is changed in at least one of the TDMA-radio communication systems, so that the time base of both TDMA-radio communication systems run in parallel.

**Title - TIX (1):**

Operating method for TDMA radio communication system - communication system which appears as temporal drift of TDMA-frame w.r.t. TDMA-frame of second radio communication system and removing disturbance through enforced synchronisation

**PF Application Date - PFAD (1):**19960725**PF Application Date - PFAD (2):**19970630**PF Application Date - PFAD (3):**19970630**PF Application Date - PFAD (6):**19970630**PF Application Date - PFAD (7):**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zum störungsfreien Betrieb von TDMA-Funksystemen, insbesondere bei Schnurlos-Kommunikationssystemen nach dem DECT-Standard.

An moderne Systeme zur Nachrichtenübertragung wird die Forderung gestellt, bei einem minimalen Bedarf an Frequenzbandbreite eine maximale Menge an Sprach- und Dateninformation wirtschaftlich zu übertragen. Für Funksysteme erlangt diese Forderung besondere Bedeutung, da mit dem in seiner Breite beschränkten, technisch nutzbaren Frequenzspektrum besonders ökonomisch umgegangen werden muß. In vielen Fällen verwendet man daher sog. Multiplexverfahren, mit denen eine simultane Übertragung mehrerer Gespräche bzw. Datenflüsse über einen gemeinsamen Übertragungskanal möglich ist.

Man unterscheidet dabei grundsätzlich zwei Multiplexverfahren, das Frequenz- und das Zeitmultiplexverfahren.

Das Frequenzmultiplexverfahren FDM (Frequency Division Multiplex) beruht auf der Unterteilung eines gegebenen Frequenzbandes in mehrere gleiche Abschnitte (Frequenzkanäle). Jeder Abschnitt kann dann für die Übertragung z. B. eines Gespräches genutzt werden. FDM-Verfahren werden vor allem bei der Übertragung analoger Signale verwendet.

Das Zeitmultiplexverfahren TDM (Time Division Multiplex) eignet sich dagegen nur für digitale Signale. Dabei werden mehrere Einzelkanäle für eine, z. B. über ein Kabel oder eine Funkstrecke erfolgende Übertragung zu einem gemeinsamen Übertragungskanal zusammengefaßt, indem der digitale Datenfluß in jedem Einzelkanal in einzelne Datenpakete (Bitrahmen) unterteilt wird und diese Bitrahmen verschiedener Einzelkanäle jeweils zu Übertragungsrahmen zusammengefaßt werden, die dann seriell, d. h. einer nach dem anderen, auf der Übertragungsstrecke übertragen werden. Dabei wird den Einzelkanälen jeweils ein Zeitschlitz in jedem Übertragungsrahmen fest zugeordnet und darin ein Bitrahmen des entsprechenden Einzelkanals unter Nutzung der gesamten zur Verfügung stehenden Frequenzbandbreite übertragen. Beim Empfänger werden die Daten wieder aus den Zeitschlitzten der Übertragungsrahmen ausgelesen und den einzelnen Empfangskanälen zugeordnet.

Mit den beiden genannten Multiplextechniken läßt sich für eine Übertragungstrecke die Anzahl der Kommunikationskanäle vervielfachen und dadurch ihre Wirtschaftlichkeit erhöhen. In einem Funksystem besteht in der Regel darüber hinaus die Forderung, die durch ein Multiplexverfahren erzeugten Kanäle für eine möglichst große Anzahl von Teilnehmern verfügbar zu machen. Dazu wird der sog. Vielfachzugriff "Multiple Access" verwendet, der sowohl bei FDM als auch bei TDM möglich ist. Entsprechende Systeme werden dann als FDMA- bzw. TDMA-Systeme (Frequency Division Multiple Access bzw. Time Division Multiple Access) bezeichnet.

Im folgenden werden ausschließlich TDMA-Systeme oder entsprechende TDMA-Ebenen in komplexeren aus mehreren Ebenen mit verschiedenen Multiplextechniken zusammengesetzten Funksystemen (z. B. FDMA/TDMA-Kombination bei DECT-Schnurlos-Kommunikationssystemen) betrachtet.

Bei einem aus einzelnen benachbarten DECT-Systemen mit jeweils einer Basisstation zusammengesetzten

DECT-Mehrzellensystem, tastet jede Basisstation in ihrer Funkzelle nacheinander alle zehn bei DECT zur Verfügung stehenden FDMA-Frequenzbänder ab. Dabei muß nach dem DECT-Standard gewährleistet sein, daß von allen Basisstationen des Mehrzellensystems zur gleichen Zeit das gleiche Frequenzband abgetastet wird, um mit einem schnurlosen Endgerät (Mobilteil) einen optimalen Zellenwechsel (handover) vornehmen zu können. Dazu müssen die einzelnen Basisstationen des übergeordneten Mehrzellensystems bzgl. ihres Frequenz-Abtastverhaltens entsprechend synchronisiert werden.

In der DE 44 07 794 A1 ist ein Verfahren dazu offenbart, bei dem die Synchronisation durch Ausblenden von DECT-Multirahmensynchronisierungsimpulsen in Kombination mit Fehlererkennungsschaltungen erreicht wird.

Daneben gibt es bei TDMA-Funksystemen und in der TDMA-Ebene kombinierter FDMA/TDMA-Systeme (z. B. DECT) ein weiteres Synchronisationsproblem:

Wird ein solches TDMA-Funksystem, z. B. innerhalb eines übergeordneten, aus mehreren Einzelsystemen aufgebauten zellularen Kommunikationssystems, in der Nähe eines anderen, das gleiche Frequenzband benutzenden TDMA-Funksystems betrieben, so kann es zu gegenseitigen Störungen kommen. Solche unerwünschten Beeinträchtigungen der Übertragungsqualität können vermieden werden, indem beim Aufbau einer neuen Verbindung in einem der Teilsysteme stets ein TDMA-Kanal ausgewählt wird, dessen Zeitschlitz im TDMA-Übertragungsrahmen zeitlich gegenüber den Zeitschlitzten der gleichzeitig in anderen TDMA-Teilsystemen verwendeten Einzelkanälen verschoben und daher ausreichend ungestört sind.

Nicht-synchronisierte TDMA-Funksysteme, z. B. auf der Basis des DECT-Standards, haben jedoch den Nachteil, daß die als Taktgeber wirkenden Zeitbasen der einzelnen TDMA-Systeme Toleranzen (Bei DECT:  $\pm 5$  ppm) in ihrer Ganggenauigkeit aufweisen. In der Regel ergibt sich daher eine relative zeitliche Drift der TDMA-Rahmenstrukturen beider Systeme gegeneinander. Diese Drift führt in der Praxis dazu, daß eine zunächst in einem freien, d. h. ungestörten Zeitbereich eines TDMA-Rahmens aufgebaute Verbindung mit der Zeit in einen bereits von einem anderen TDMA-System benutzten Zeitbereich gelangen und damit Störungen der entsprechenden Verbindung in diesem System auslösen kann. Abhängig von den Gegebenheiten können dabei auch noch weitere Funkkanäle in anderen Funksystemen von den Störungen betroffen sein.

Öblicherweise (z. B. bei DECT) weichen die TDMA-Systeme beim Erkennen einer Störung wenn möglich durch Wechseln des Funkkanals ("Handover") aus. Dafür ist jedoch stets das Vorhandensein eines ungenutzten und ungestörten Funkkanals erforderlich. Außerdem hat ein Kanalwechsel, wenn er für den Funkteilnehmer unbemerkt und daher unterbrechungsfrei erfolgen soll, den weiteren Nachteil, daß für die kurze Zeit des Kanalwechsels zwei Funkkanäle gleichzeitig benötigt werden. Durch häufige Kanalwechsel kann es daher schnell zu Lastspitzen bei den insgesamt belegten Funkkanälen und zu dadurch bedingten Kanalblockaden kommen. Besteht dann für eine gestörte Verbindung wegen einer solchen Blockade keine Möglichkeit auf einem freien Kanal weitergeführt zu werden, kann es unter Umständen sogar zum Verbindungsabbruch kommen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein

Verfahren für den störungsfreien Betrieb eines TDMA-Funksystems unter Wegfall der o.g. Nachteile anzugeben.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, das die im Patentanspruch 1 genannten Merkmale aufweist. Eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens ist Gegenstand des Patentanspruchs 7.

Dabei wird eine in einem ersten TDMA-Funksystem auftretende Störung, die durch mangelnde Synchronität der Zeitbasen des ersten und wenigstens eines weiteren TDMA-Funksystems bedingt ist, zunächst in wenigstens einem dieser TDMA-Funksysteme anhand der Zerstörung des letzten/der letzten Bits eines in einem TDMA-Zeitschlitz übertragenen Bitrahmens erkannt. Eine "Sliding Collision", bei der sich ein gerade genutzter Zeitschlitz der TDMA-Rahmenstruktur des einen TDMA-Funksystems über einen ebenfalls belegten Zeitschlitz der TDMA-Rahmenstruktur eines anderen TDMA-Funksystems schiebt, führt dabei dazu, daß im "langsameren" System zuerst die letzten Bits eines jeden im gestörten Zeitschlitz übertragenen Bitrahmens zerstört werden. Bei DECT-Systemen gehört das Erkennen solcher sog. "Sliding Collisions" bereits zum Standard und die jeweils in einem TDMA-Zeitschlitz zu übertragenden Bitrahmen weisen an ihrem Ende jeweils spezielle Bitfelder auf, durch deren Vergleich beim Empfänger die vollständige oder teilweise Zerstörung wenigstens eines dieser Bitfelder und damit ein Ineinanderdriften von TDMA-Rahmen verschiedener Systeme erkannt werden kann.

Die Behebung der Störung erfolgt dann erfindungsgemäß, indem die Zeitbasen der sich gegenseitig beeinflussenden, asynchronen TDMA-Systeme zwangssynchronisiert werden. Dazu wird die Frequenz der Zeitbasis zumindest eines von je zwei an der Störung beteiligten TDMA-Funksystemen so angepaßt, daß die Zeitbasen der TDMA-Funksysteme gleichlaufen. Zum einen wird damit, durch die mit der Frequenzanpassung verbundene Verschiebung der TDMA-Rahmen der Systeme gegeneinander, die zeitliche Überlappung der jeweils einer bestehenden Verbindung zugeordneten Zeitbereiche beseitigt und so die aufgetretene Störung behoben. Zum anderen wird durch die Zwangssynchronisation aber auch ein weiteres zeitliches Driften der zugehörigen TDMA-Rahmen gegeneinander und damit die Ursache möglicher weiterer Störungen von vorne herein unterbunden. Von Vorteil ist bei diesem Verfahren außerdem, daß die genannten, mit einem Kanalwechsel verbundenen Nachteile vermieden werden.

Ein TDMA-Funksystem — nach Anspruch 7 — zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist einen Zeitgeber mit veränderbarer Frequenz als Zeitbasis und eine Detektions-Einrichtung zur Feststellung einer zeitlichen Drift der TDMA-Rahmenstruktur des Systems gegenüber der TDMA-Rahmenstruktur eines anderen TDMA-Funksystems auf. Störungen in dem TDMA-Funksystem, die durch eine zeitliche Drift der TDMA-Rahmen des TDMA-Funksystems relativ zu den TDMA-Rahmen eines zweiten TDMA-Funksystems bedingt sind, werden mit Hilfe der Detektions-Einrichtung erkannt. Durch eine entsprechende Frequenzänderung des Zeitgebers des Systems erfolgt eine Synchronisation der Systeme, d. h. eine Anpassung der Frequenzen der entsprechenden Zeitbasen aneinander. Diese Synchronisation geschieht dabei zweckmäßigerweise automatisch beim Erkennen einer zeitlichen Drift der an der Störung beteiligten Systeme gegeneinander und kann durch Frequenzänderung der Zeitbasis von

zumindest einem von je zwei der Systeme erreicht werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche:

Gemäß einer ersten Ausbildung der Erfindung — Anspruch 2 — ist es zweckmäßig, daß jeder in einem TDMA-Zeitschlitz übertragene Bitrahmen an seinem Ende ein Bitfeld enthält, das nur redundante und/oder für die Nutzdatenübertragung nicht benötigte Informationen beinhaltet. Dies ist z. B. bei DECT-Systemen bereits im Standard entsprechend vorgegeben.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung — Anspruch 3 — erfolgt die Anpassung der Frequenzen der Zeitbasen der TDMA-Funksysteme aneinander iterativ in kleinen Schritten. Dabei wird die Frequenzänderung durch die Iteration so eingestellt, daß einerseits die Frequenzdifferenz der Zeitbasen aufgehoben wird, andererseits aber auch keine Überkompensation sondern eine weitgehende Synchronisation der betroffenen Systeme erfolgt. Durch die schrittweise Frequenzanpassung wird außerdem ein plötzliches Desynchronisieren von Sender und Empfänger in einem TDMA-Funksystem und damit einen Abbruch der entsprechenden Verbindung, eine kurzzeitige Unterbrechung oder zumindest einen Kanalwechsel verhindert. In einem DECT-System beispielsweise, kann eine iterative Frequenzänderung unter Aufrechterhaltung einer Verbindung zwischen einer Basisstation und einem Mobilteil erfolgen, während ein einmaliger größerer Frequenzsprung dazu führen würde, daß das Mobilteil für die Fortsetzung der Verbindung erst einen neuen Kontakt zu einer Basisstation aufbauen müßte.

Ebenfalls ist es zweckmäßig, um einem Informationsverlust vorzubeugen, daß — nach Anspruch 4 — die Frequenzänderung jeweils in einem Zeitfenster erfolgt, in dem im betroffenen TDMA-System keine Datenübertragung stattfindet. Diese Zeitfenster sind in der Regel durch eine sog. Schutzzeit ("Guard-Space") jeweils zwischen den einzelnen Einzelkanälen eines TDMA-Rahmens gegeben.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung — Anspruch 5 — wird im Falle einer gegenseitigen Störung von TDMA-Funksystemen durch Überlappung von genutzten TDMA-Funkkanälen, zumindest in einem der betroffenen Systeme von dem gestörten Funkkanal zu einem anderen ausreichend ungestörten Funkkanal gewechselt, wenn der Betrag der für ein Gleichlaufen der Zeitbasen der sich störenden TDMA-Funksysteme benötigten Frequenzänderung einen vorgegebenen Grenzbetrag überschreitet. Damit wird eine Frequenzanpassung von vorne herein auf einen gewünschten und realisierbaren, vorgegebenen Frequenzbereich um eine Sollfrequenz beschränkt und verhindert, daß eine z. B. durch eine beliebige externe Störung hervorgerufene Beeinflussung eines TDMA-Systems zu einer unkontrollierten Frequenzänderung ohne Aussicht auf Beseitigung der Störung führt.

Bei einer anderen Weiterbildung der Erfindung — Anspruch 6 — wird nach Beendigung einer jeden Funkverbindung in einem TDMA-Funksystem die veränderte Frequenz seiner Zeitbasis wieder auf ihren ursprünglichen Wert vor der Frequenzanpassung zurückgesetzt. Dadurch wird ausgeschlossen, daß ein z. B. auf den maximal zulässigen Frequenzkorrekturwert eingestelltes TDMA-System auf Dauer frequenzbestimmend wird, was zur Folge hätte, daß der Spielraum für weitere Frequenzanpassungen bei benachbarten Systemen und damit die Möglichkeit eine Synchronisierung mehrerer Sy-

steme im Umfeld des frequenzbestimmenden Systems zu erreichen stark eingeschränkt wäre.

Nachstehend wird die Erfindung am Beispiel eines DECT-Systems unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 den Aufbau eines Bitrahmens in einem Zeitschlitz eines TDMA-Rahmens nach dem DECT-Standard;

Fig. 2 schematisch das Zustandekommen einer "Sliding Collision"

Fig. 3 ein Flußdiagramm zur Behandlung einer "Sliding Collision" gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Im DECT-Standard sind durch Unterteilung des verfügbaren Frequenzbandes mittels FDMA in 10 Unterbänder und weitere Unterteilung dieser Unterbänder in je 24 Kanäle mittels TDMA 240 Kanäle definiert. Ein TDMA-Rahmen (Übertragungsrahmen) besteht demnach aus 24 Zeitschlitzten. Für bidirektionale Verbindungen werden jeweils zwei Kanäle zu einem Vollduplex-Kanal zusammengefaßt, so daß sich insgesamt 120 Vollduplex-Kanäle ergeben. Die durch zeitliche Aneinanderreihung der nacheinander übertragenen TDMA-Rahmen entstehende übergeordnete Struktur wird als DECT-Multiframe bezeichnet.

In Fig. 1 ist für DECT-Systeme der Aufbau eines in einem Zeitschlitz eines TDMA-Rahmens übertragenen Bitrahmens im sog. Full-Slot Modus, dem gebräuchlichsten Betriebsmodus eines DECT-Systems, dargestellt. Ein Bitrahmen wird in 416 µs übertragen und hat eine Gesamtlänge von 480 Bit. Das die ersten 32 Bit umfassende Synchronisationsfeld S dient der Taktrückgewinnung und Synchronisation des Empfängers für jeden Bitrahmen. Das daran anschließende, 64 Bit lange Header-Feld A enthält Signalisierungs- und Kontrolldaten. Die eigentlichen Nutzdaten werden im 320 Bit langen Nutzerdatenfeld B übertragen. Für die Erfindung sind vor allem die sich anschließenden Felder X und Z mit jeweils 4 Bit Länge von Bedeutung. Am Ende eines jeden Bitrahmens schließt sich noch eine Schutzzeit GS an, die bei DECT 50 µs beträgt. Das X-Feld wird durch eine spezielle Paritätsbestimmung, einem sog. "Cyclic Redundancy Check" CRC, aus ausgewählten Bits des B-Feldes gewonnen und dient damit in erster Linie als Indikator für eine fehlerhafte Übertragung im B-Feld. Durch Verdopplung des X-Feldes entsteht das Z-Feld. Es enthält dementsprechend redundante Daten und dient der Erkennung von unsynchronisierten DECT-Systemen in der Umgebung. Dazu wird der Inhalt des Z-Feldes beim Empfänger mit dem Inhalt des vorangehenden X-Feldes verglichen und über eine statistische Auswertung auf Abweichungen davon untersucht. Treten systematische Abweichungen auf, so gilt eine "Sliding Collision" als erkannt und Maßnahmen zur Behebung der Störung werden eingeleitet. An diesem Punkt setzt die weiter unten im Zusammenhang mit Fig. 2 und Fig. 3 beschriebene Erfindung an. Neben den X- und Z-Feldern, die zur Detektion einer Störung am Ende des Bitrahmens verwendet werden, kann auch das S-Feld am Beginn eines jeden Bitrahmens zur Detektion einer Störung am Rahmenanfang genutzt werden.

In Fig. 2 sind das Zustandekommen einer "Sliding Collision" und ihre Behebung gemäß der Erfindung schematisch dargestellt:

Das Teilbild (a) in Fig. 2 zeigt einen aus 24 Zeitschlitzten bestehenden DECT-Übertragungsrahmen F1. Der hervorgehobene Zeitschlitz 10 sei gerade für eine Funkver-

bindung zwischen Basisstation und Mobilteil in einem ersten DECT-System benutzt (Für die entgegengesetzte Richtung Mobilteil-Basisstation wird Kanal 22 benutzt, der zusammen mit Kanal 10 einen Vollduplex-Kanal bildet).

Im Teilbild (b) in Fig. 2 ist für einen Zeitpunkt t1 ein Ausschnitt aus einem Übertragungsrahmen F2 eines zweiten, in der Umgebung des ersten befindlichen DECT-Systems, bei dem gerade der Zeitschlitz 12 (zusammen mit Zeitschlitz 24) durch ein Gespräch belegt ist, dargestellt. Die jeweils genutzten Kanäle 10 bzw. 12 (und 22 bzw. 24) der beiden DECT-Systeme weisen keine zeitliche Überlappung auf und stören sich daher nicht. Der interne Takt der Zeitbasen von DECT-Systemen weist in der Regel innerhalb eines definierten Toleranzbereiches Abweichungen von einem standardisierten Sollwert auf. Zwischen den Zeitbasen zweier DECT-Systeme kann es daher zu einer Drift kommen, die eine Verschiebung der TDMA-Rahmenstrukturen (DECT-Multiframe) beider Systeme gegeneinander bewirkt. Kommen dabei ursprünglich zeitlich zueinander verschobene Zeitschlitzte beider Systeme zumindest teilweise zeitlich zur Deckung, so können gegenseitige Störungen auftreten.

Dieser Fall ist in Fig. 2 im Teilbild (c) dargestellt. Der Takt des zweiten Systems verläuft mit leicht höherer Frequenz als der des ersten, wodurch sich zu einem Zeitpunkt  $t_2 > t_1$  eine zeitliche Überlappung der Kanäle 10 und 12 ergibt. Im ersten System wird diese "Sliding Collision" anhand der Zerstörung der jeweils letzten Bits eines jeden im Kanal 10 übertragenen Bitrahmens, also anhand des Vergleiches der X- und Z-Felder erkannt.

Die Teilfigur (d) in Fig. 2 zeigt zusammen mit Teilfigur (c) die Verhältnisse nach der Zwangssynchronisation beider Systeme durch eine erfindungsgemäße Frequenzanpassung. Dabei kann die Synchronisation z. B. allein durch Frequenzanhebung im ersten, d. h. "langsameren" System erfolgen. Der nächste auf die Synchronisation folgende Bitrahmen (und damit der gesamte DECT-Multiframe) des ersten Systems beginnt dementsprechend früher als dies ohne Synchronisation der Fall gewesen wäre, so daß die Überlappung zwischen den Kanälen 10 und 12 beider Systeme und damit die gegenseitige Störung aufgehoben wird.

Da jetzt beide Zeitbasen weitestgehend synchron laufen, ist das Auftreten weiterer Überlappungen ausgeschlossen, zumindest jedoch deutlich verzögert.

In Fig. 3 ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Behandlung einer "Sliding Collision" anhand eines Flußdiagramm in Einzelheiten dargestellt.

In einem TDMA-System wird in Schritt 1, z. B. wie bereits oben im Falle von DECT-Systemen beschrieben, eine Störung durch "Sliding Collision" anhand der Zerstörung von einzelnen Bits oder ganzen Bitbereichen eines in einem TDMA-Zeitschlitz übertragenen Bitrahmens erkannt. Um eine "Sliding Collision" von Störungen mit einer anderen Ursache zu unterscheiden, geschieht die Prüfung z. B. mittels einer statistischen Auswertung der in mehreren aufeinanderfolgenden Bitrahmen eines Zeitschlitzes auftretenden Bitfehler. In einem ersten Korrekturschritt 2 erfolgt daraufhin eine Frequenzänderung der Zeitbasis des Systems. Je nachdem, ob die Zerstörung von Bits am Anfang oder am Ende der Bitrahmen auftritt, erfolgt dabei der Darstellung in Fig. 2 entsprechend entweder eine Frequenzsenkung oder -erhöhung, also eine zumindest teilweise Anpassung an die Frequenz des störenden Systems. Dabei

werden alle im Zuge der Synchronisation erfolgenden Frequenzänderungen jeweils zu einem Zeitpunkt durchgeführt, zu dem im System keine Daten übertragen werden, also zweckmäßigerweise in den Schutzzeiten am Ende eines jeden Zeitschlitzes. In einem nächsten Schritt 3 wird geprüft, ob der Betrag DF der über alle Korrekturschritte kumulierten Frequenzkorrektur einen festgelegten Maximalwert  $DF_{max}$  überschreitet. Die Größe der ersten Korrektur wird dabei sinnvollerweise kleiner als  $DF_{max}$  gewählt (sinnvolle Größenordnung bei DECT: ca. 1 ppm bezogen auf die Ausgangsfrequenz), so daß mit dem nächsten Schritt 4 fortgefahren werden kann. Hier wird anhand des/der nächsten nach der Korrektur im selben Einzelkanal empfangenen Bitrahmen(s) geprüft, ob die Anzahl m der fehlerhaften Bits im überprüften Bitbereich, bei DECT-Systemen also im S- bzw. Z-Feld, eine festgesetzte Schwelle  $S_1$  unterschreitet (z. B. wird  $S_1 = 2$  gewählt). Ist dies noch nicht der Fall, so ist eine Synchronisation noch nicht erreicht und es beginnt eine Iteration durch Rücksprung zu Schritt 2 mit einer weiteren Frequenzkorrektur. Anderenfalls wird in Schritt 5 anhand des Vergleiches der Anzahl m noch verbleibender Bitfehler mit einer zweiten Schwelle  $S_2$  (mit  $S_2 > S_1$ ) getestet, ob eine Überkompensation der ursprünglichen Frequenzdifferenz vorliegt. Eine solche Überkompensation wird z. B. angenommen, wenn kein einziger Bitfehler mehr auftritt ( $S_2 = 1$ ). In einem Schritt 6 wird dann ein Teil der letzten Korrektur zurückgenommen und zur erneuten Prüfung zu Schritt 4 zurückverzweigt. Liegt die Zahl m der verbliebenen Bitfehler jedoch in dem durch die Schwellen  $S_1$  und  $S_2$  aufgespannten Toleranzintervall, so ist die gewünschte Synchronisation zumindest weitestgehend erreicht. Am Ende einer jeden Verbindung im System werden in Schritt 7 die erfolgten Korrekturen als Ganzes zurückgenommen, um eine andauernde Frequenzdominanz des korrigierten Systems gegenüber benachbarten Systemen zu vermeiden. Stellt sich im Korrekturverfahren bei Schritt 3 heraus, daß die für eine Synchronisation erforderliche Frequenzkorrektur den festgelegten Maximalwert  $DF_{max}$  übertrifft, so erfolgt in Schritt 8 unter Rücknahme aller bisher erfolgten Frequenzkorrekturen ein Kanalwechsel zu einem ungestörten Funkkanal ("Handover").

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb von TDMA-Funksystemen, insbesondere bei Schnurlos-Kommunikationssystemen nach dem DECT-Standard, wobei eine in einem ersten TDMA-Funksystem auftretende und durch eine zeitliche Drift der TDMA-Rahmen (F1) des TDMA-Funksystems relativ zu den TDMA-Rahmen (F2) eines zweiten TDMA-Funksystems bedingte Störung eines Funkkanals als solche erkannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die die Störung anhand der Zerstörung des letzten/der letzten Bits eines in einem TDMA-Zeitschlitz (1 bis 24) übertragenen Bitrahmens erkannt wird und durch Zwangssynchronisierung behoben wird, indem die Frequenz der Zeitbasis zumindest eines der beiden TDMA-Funksysteme so verändert wird, daß die Zeitbasen beider TDMA-Funksysteme gleichlaufen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei den TDMA-Funksystemen jeder in einem TDMA-Zeitschlitz (1 bis 24) übertragene Bitrahmen an seinem Ende ein Bitfeld (Z) enthält,

das nur redundante und/oder für die Nutzdatenübertragung nicht benötigte Informationen beinhaltet.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpassung der Frequenzen der Zeitbasen der TDMA-Funksysteme aneinander iterativ in kleinen Schritten erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzänderung in einem Zeitfenster erfolgt, in dem im betroffenen TDMA-System keine Datenübertragung stattfindet.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest in einem TDMA-Funksystem von dem gestörten Funkkanal (10) zu einem anderen ausreichend ungestörten Funkkanal gewechselt wird, wenn der Betrag der für ein Gleichlaufen der Zeitbasen beider TDMA-Funksysteme benötigten Frequenzänderung (DF) einen vorgegebenen Grenzbetrag ( $DF_{max}$ ) überschreitet.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach Beendigung einer jeden Funkverbindung in einem TDMA-Funksystem die veränderte Frequenz seiner Zeitbasis wieder auf ihren ursprünglichen Wert zurückgesetzt wird.
7. TDMA-Funksystem, insbesondere nach dem DECT-Standard, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
  - daß das TDMA-Funksystem einen Zeitgeber als Zeitbasis aufweist, dessen Frequenz zumindest innerhalb eines begrenzten Bereichs um einen gegebenen Frequenzwert veränderbar ist;
  - daß das TDMA-Funksystem über eine Detektions-Einrichtung zur Feststellung einer zeitlichen Drift seiner TDMA-Rahmenstruktur gegenüber der TDMA-Rahmenstruktur eines anderen TDMA-Systems verfügt;
  - daß eine durch eine solche Drift bedingte Störung mit Hilfe der Detektions-Einrichtung erkannt wird und mittels Synchronisation beider Systeme durch Anpassung der Frequenzen der entsprechenden Zeitbasen aneinander behoben wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

DECT Full-Slot Modus

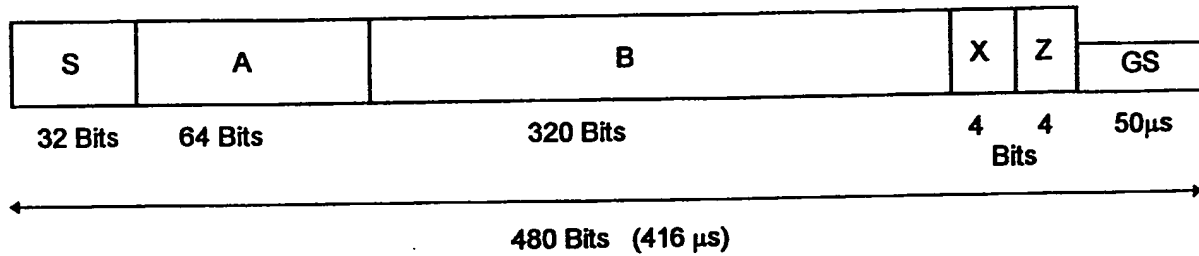


FIG 1

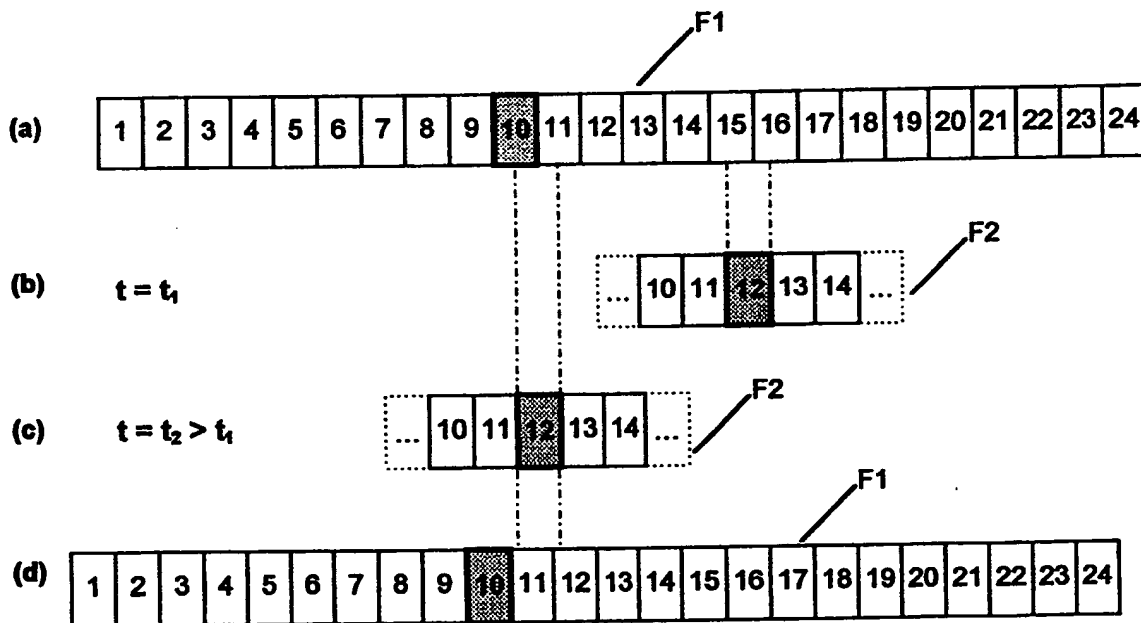


FIG 2



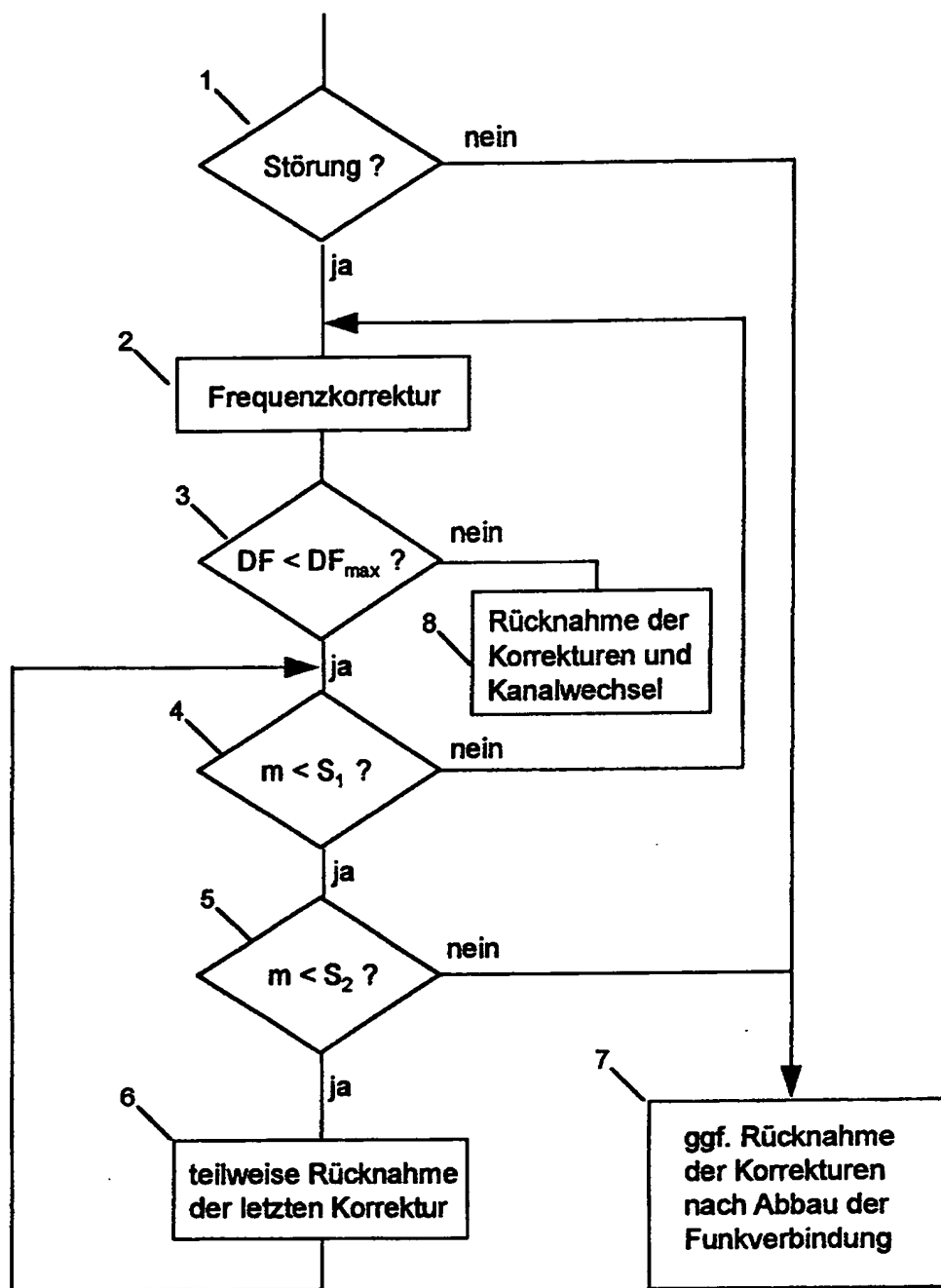


FIG 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**